

# NAWIERZCHNIE ASFALTOWE

Kwartalnik Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

ISSN 1734-1434

Nr 1(41)/2015

**Kruszywo dolomitowe  
na drogach lokalnych**

Nowe zastosowania

**Zmiany zachodzące  
w mikroteksturze kruszywa  
gabrowego i kwarcytowego  
w procesie polerowania**

Antidotum na śliskość nawierzchni

**Technologia zabezpieczania warstwy  
szepnej – nowe doświadczenia**

Doświadczenia z odcinków autostradowych

# PSWNA

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

## NAWIERZCHNIE ASFALTOWE

**Kwartalnik  
Polskiego Stowarzyszenia  
Wykonawców Nawierzchni  
Asfaltowych**

**ASPHALT PAVEMENTS  
Quarterly  
of the Polish Asphalt  
Pavements Association**

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców  
Nawierzchni Asfaltowych  
działa od 1999 r.,  
a od 2000 r.  
jest członkiem EAPA  
(Europejskiego Stowarzyszenia  
Nawierzchni Asfaltowych).



Celem PSWNA jest promowanie nawierzchni asfaltowych, rozwój technologii nawierzchni podatnych, a także transfer wiedzy i informacji w środowisku drogowym w Polsce. Stowarzyszenie zrzesza osoby prawne i fizyczne zainteresowane rozwojem nawierzchni asfaltowych w Polsce.

### Wydawca

Polskie Stowarzyszenie Wykonawców  
Nawierzchni Asfaltowych  
**Skład zarządu**  
Andrzej Wyszyński, prezes  
Adam Wojczuk, wiceprezes  
Tomasz Przeradzki, sekretarz  
Zbigniew Brzeziński, skarbnik  
Waldemar Merski, członek zarządu  
Igor Ruttmar, członek zarządu  
Zbigniew Krupa, pełnomocnik zarządu

### Redakcja

Anna Krawczyk, redaktor naczelna  
Joanna Reszko-Wróblewska, adiustacja  
Ewa Popławska, korekta

### DTP

Joanna Białecka-Rybacka

Fotografia na okładce  
Fotolia.com

### Biuro zarządu, adres redakcji

Jolanta Szulhaniuk  
Polskie Stowarzyszenie  
Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych  
ul. Trojańska 7, 02-261 Warszawa,  
tel./fax: + 48 22 57 44 374  
tel. + 48 22 57 44 352  
e-mail: [biuro@pswna.pl](mailto:biuro@pswna.pl)  
[www.pswna.pl](http://www.pswna.pl)

ISSN 1734-1434

## Spis treści

Nawierzchnie Asfaltowe nr 1(41)/2015

4

**Kruszywo dolomitowe na drogach lokalnych**  
MAREK KRAJEWSKI

10

**Zmiany zachodzące w mikroteksturze kruszywa  
gabrowego i kwarcytowego w procesie  
polerowania**  
MARTA WASILEWSKA

16

**Technologia zabezpieczania warstwy szepnej  
– nowe doświadczenia**  
DOMINIK MAŁASIEWICZ, DOMINIKA STAŃDA

19

**O technologii asfaltowej w Zakopanem**  
ANNA KRAWCZYK

### Misja Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych

„Efektywne wspieranie wszelkich działań służących rozwojowi  
branży drogownictwa w Polsce, a w szczególności  
propagowanie nowoczesnych technologii, racjonalizacja  
przepisów prawnych i wytycznych technicznych, działalność  
edukacyjna i informacyjna”.

**Czasopismo wspierane finansowo przez:**

 **LOTOS Asphalt**



**W**zeszłym roku zaapelowałem do administracji drogowej o podjęcie z nami dialogu. W lutym br. zarząd Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych otrzymał zaproszenie od kierownictwa Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, z którego z przyjemnością skorzystał. Efektem spotkania, podczas którego dyskutowano m.in. o kierunkach rozwoju technologii asfaltowej, jest powołanie zespołu roboczego skupiającego przedstawicieli obu instytucji. Naszym wspólnym celem jest wypracowanie jednoznacznych i klarownych przepisów technicznych.

Jest to szczególnie ważne w związku z wyzwaniami, jakie stoją przed wykonawcami nawierzchni asfaltowych. Przede wszystkim należy zwiększyć trwałość nawierzchni, nawet do 30 lat. Na szerszą skalę należy wykorzystywać materiały już raz użyte, z czym wiąże się konieczność wypracowania metod oceny destruktu asfaltowego.

Spotkania pomiędzy kierownictwem GDDKiA i zarządem PSWNA mają się odbywać raz na kwartał.

Ostatnio bardzo modnym tematem są jasne nawierzchnie. Duży projekt

z nimi związany realizuje poznańskie laboratorium GDDKiA pod kierownictwem Bogdana Bogdańskiego.

Z kolei wykonawców szczególnie zaprzęta kwestia połączeń międzywarstwowych.

Przed nami kolejne seminarium techniczne. Jego tematem przewodnim będą korzyści płynące ze stosowania nawierzchni asfaltowych. Tym razem będziemy rozpatrywać je w szerszym kontekście: bezpieczeństwa, ekologii, komfortu, trwałości i ekonomii.

W ramach upowszechniania dobrych praktyk nestor polskiego drogownictwa Konrad Jabłoński przedstawi doświadczenia związane z budową odcinków autostrad A2 i A4.

Nie sposób pominąć tak ważnego zagadnienia jak zrównoważony rozwój. Wpływ jego założeń na kompleksowy system oceny projektów drogowych omówi prof. Adam Zofka z Instytutu Badawczego Dróg i Mostów.

Pozostając przy tej tematyce, zajmemy się także wykorzystaniem granulatu asfaltowego w nawierzchniach drogowych.

Z życzeniami miłej lektury  
**Andrzej Wyszniński**



# Kruszywo dolomitowe na drogach lokalnych

Należąca do skał osadowych skała dolomitowa charakteryzuje się dużą zawartością dolomitu, czyli minerału składającego się z węglańu wapnia, magnezu oraz takich minerałów, jak: kalcyt (węgiel wapnia), if, kwarc i piryt. Wyselekcjonowana skała dolomitowa zostaje rozkruszona w kruszarce szczękowej, po czym jest dostarczana do zakładu przeróbczego, w którym następuje dalsze jej kruszenie i przesiewanie aż do uzyskania kruszywa dolomitowego.

**W**ykorzystując pochodzącą z kopalni Dubie skałę dolomitową, zakład LAFARGE Rudawa produkuje zarówno kruszywo drobne 0/2 mm, jak i kruszywa grube: 2/8 mm, 8/11 mm, 8/12,5 mm, 8/16 mm, 16/22 mm.

## PARAMETRY KRUSZYWA DOLOMITOWEGO STOSOWANEGO DO MIESZANEK ASFALTOWYCH

Odkąd zakład przeróbczy w Rudawie rozpoczął działalność, kruszywo dolomitowe było używane do mieszanek asfaltowych. Kruszywo grube znajduje zastosowanie przede wszystkim w warstwie podbudowy i wiążącej, gdyż wymagania stawiane kruszywom wykorzystywa-

nym do warstwy ścieralnej, która jest najbardziej narażona na wpływ warunków atmosferycznych, są wyższe.

Początkowo kruszywa z Rudawy były wykorzystywane do budowy dróg lokalnych o kategorii ruchu KR1–KR4. Lepsze rozpoznanie złoża oraz zdobyte doświadczenie sprawiły, że zdecydowano się na produkcję kruszyw o jakości wymaganej dla dróg o kategorii ruchu KR5–KR6 (obecnie również KR7).

Kolejnym wyzwaniem było wyprodukowanie dolomitu nadającego się do zastosowania w warstwie ścieralnej dróg o niższej kategorii ruchu. Udało się to dzięki kontroli jakości dolomitu oraz specjalnej selekcji skały w złożu, a także doświadczeniu załogi kopalni.

Takie parametry, jak:

- gęstość i nasiąkliwość kruszywa grubego wg PN-EN 1097-6
  - mrozoodporność kruszywa grubego wg PN-EN 1367-1
  - mrozoodporność w obecności soli wg PN-EN 1367-6
  - polerowalność kruszywa grubego wg PN-EN 1097-8
- są kluczowe dla oceny przydatności kruszywa dolomitowego do warstwy ścieralnej dróg o niższej kategorii ruchu, tzn. KR1–KR4.

O walorach kruszywa grubego z LAFARGE Rudawa decyduje jego gęstość i nasiąkliwość. Wyniki są następujące:

Tabela 1. Deklarowane (minimalne) parametry kruszyw wytwarzanych w LAFARGE Rudawa

Badana cecha	Oznaczenie	Ocena wg PN-EN 13043
Wymiar d/D		
Uziarnienie	kategoria	
Przesiew przez sito pośrednie	wartość deklarowana	
Tolerancja na sicie pośrednim	kategoria	
Gęstość objętościowa ziarn, Mg/m <sup>3</sup> , pa	wartość deklarowana	2,80
Gęstość ziarn wysuszonych w suszarce, Mg/m <sup>3</sup> , prd	wartość deklarowana	2,74
Gęstość ziarn nasyconych i powierzchniowo osuszonych, Mg/m <sup>3</sup> pssd	wartość deklarowana	2,77
Wskaźnik kształtu, SI	kategoria	15
Wskaźnik płaskości, FI	kategoria	15
Nasiąkliwość, WA24	kategoria	241
Zawartość pyłów, f %	kategoria	2
Mrozoodporność, F %	kategoria	2
Mrozoodporność w soli, FNaCl %	wartość deklarowana	7
Odporność na rozdrabnianie, LA	kategoria	30
Odporność na ścieranie, MDE	kategoria	15
Odporność na polerowanie, PSV	kategoria	44
Odporność na szok termiczny, I %	wartość deklarowana	0,1
Odporność na szok termiczny, VLA	wartość deklarowana	3
Lekkie zanieczyszczenia, mLPC %	kategoria	0,1
Promieniotwórczość naturalna, f1 max	kategoria	≤ 1
Promieniotwórczość naturalna, f2 max, Bq/kg	kategoria	≤ 185
Przyczepność kruszyw grubych do lepiszczu bitumicznego, %	wartość deklarowana	80
Uwalniane substancje niebezpieczne, mg/l	wartość deklarowana	Cd <0,2
	wartość deklarowana	Cr <0,01
	wartość deklarowana	Cu <0,05
	wartość deklarowana	Ni <0,1
	wartość deklarowana	Pb <0,2
	wartość deklarowana	Zn <0,09
	wartość deklarowana	Ba <0,02
	wartość deklarowana	As <0,01
Skład chemiczny, %	wartość deklarowana	SiO <sub>2</sub> 2,56
	wartość deklarowana	TiO <sub>2</sub> 0,03
	wartość deklarowana	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,53
	wartość deklarowana	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,31
	wartość deklarowana	MnO 0,020
	wartość deklarowana	MgO 20,57
	wartość deklarowana	CaO 30,58
	wartość deklarowana	Na <sub>2</sub> O 0,14
	wartość deklarowana	K <sub>2</sub> O 0,08
	wartość deklarowana	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,013
	wartość deklarowana	SO <sub>3</sub> <0,01
	wartość deklarowana	Cl 0,47
wartość deklarowana	F <0,01	

- gęstość objętościowa ziarn pa: 2,81 Mg/m<sup>3</sup>
- gęstość ziarn wysuszonych w suszarce prd: 2,75 Mg/m<sup>3</sup>
- gęstość ziarn nasyconych i powierzchniowo osuszonych pssd: 2,77 Mg/m<sup>3</sup>.

Takie parametry pozwalają na użycie mniej-  
szej w porównaniu z cięższymi kruszywami  
z Dolnego Śląska ilości kruszywa na tonę wy-  
produkowanej MMA. W niektórych przypad-  
kach różnica wynosi nawet 8%. W ostatecznym  
rozhachu przynosi to oszczędności zarówno  
inwestorowi, jak i wykonawcy (ekonomiczniej-  
sze rozwiązania logistyczne oraz mniejsze zu-  
życie produktu).

W powszechnym mniemaniu nasiąkliwość  
kruszywa dolomitowego, która przekracza 2%,  
stanowi jego wadę. W przypadku dolomitu z LA-  
FARGE Rudawa nasiąkliwość WA24 nie przekra-  
cza 1%, co pozwala domniemywać, że kruszywo  
to nie chłonie więcej asfaltu niż inne kruszywa,  
których nasiąkliwość nie przekracza 1%.

Należy podkreślić, że zgodnie z najnowszymi  
wymogami dane dotyczące nasiąkliwości ma-  
ją charakter wyłącznie informacyjny, a kluczo-  
wym (wg PN-EN 13043) parametrem jest mro-  
zoodporność kruszywa.

Jeśli idzie o mrozoodporność w wodzie (wg  
PN-EN 1367-1), kruszywo dolomitowe z LAFARGE  
Rudawa osiąga parametry porównywalne z pa-  
rametrami kruszyw tradycyjnie uważanych za bar-  
dziej wytrzymałe, tzn. kruszyw z Dolnego Śląska.

W wypadku warstwy ścieralnej z MMA istot-  
nym parametrem kruszywa jest mrozoodpor-  
ność w obecności soli wg PN-EN 1367-6. Jest  
to parametr wymagany zgodnie z dokumen-  
tem WT-1 zamiast parametru mrozoodpor-  
ności w wodzie.

Badanie polerowalności kruszywa grubego  
według PN-EN 1097-8 jest przeprowadzane  
rzadziej niż badanie pozostałych parametrów  
ze względu na wysokie koszty badania oraz  
trudności w jego wykonaniu. Badanie trakto-  
wane jest jako potwierdzenie jakości oraz moż-  
liwości zastosowania kruszywa do warstwy ście-  
ralnej przez przyszłego klienta.

Zadeklarowana wartość parametru PSV kru-  
szywa dolomitowego z LAFARGE Rudawa wy-  
nosi 44, gdyż następną możliwą kategorią nor-  
mową jest PSV50. Zgodnie z Wymaganiami  
Technicznymi WT-1, które w sposób formalny  
i nieformalny wpływają na projektowanie dróg  
samorządowych, możliwe jest mieszanie kru-  
szyw: „Kruszywa grube, które nie spełniają wy-  
maganej kategorii wobec odporności na po-  
lerowanie (PSV), mogą być stosowane, jeśli są



Tabela 2. Wymagania dotyczące kruszyw stosowanych do warstw podbudowy i wiążącej dróg o kategorii ruchu KR1–KR7 zgodnie z Wymaganiami Technicznymi WT-1 2014

Właściwość kruszywa	Wymagania odnoszące się do warstwy podbudowy MMA w zależności od kategorii ruchu			Wymagania odnoszące się do warstwy wiążącej MMA w zależności od kategorii ruchu		
	KR1÷KR2	KR3÷KR4	KR5÷KR7	KR1÷KR2	KR3÷KR4	KR5÷KR7
Uziarnienie według PN-EN 933-1, kategoria nie niższa niż:	Gc 85/20	Gc85/20	Gc85/20	Gc85/20	Gc85/20	Gc90/20
Tolerancje uziarnienia, wymagane kategorie:	$G_{25/15}$ , $G_{20/15}$ , $G_{20/17,5}$	$G_{25/15}$ , $G_{20/15}$ , $G_{20/17,5}$	$G_{25/15}$ , $G_{20/15}$ , $G_{20/17,5}$	$G_{25/15}$ , $G_{20/15}$ , $G_{20/17,5}$	$G_{25/15}$ , $G_{20/15}$ , $G_{20/17,5}$	$G_{25/15}$ , $G_{20/15}$ , $G_{20/17,5}$
Zawartość pyłów według PN-EN 933-1, kategoria nie wyższa niż:	$f_2$					
Kształt kruszywa według PN-EN 933-3 lub według PN-EN 933-4, kategoria nie wyższa niż:	$Fl_{50}$ lub $Sl_{50}$	$Fl_{30}$ lub $Sl_{30}$	$Fl_{30}$ lub $Sl_{30}$	$Fl_{35}$ lub $Sl_{35}$	$Fl_{25}$ lub $Sl_{25}$	$Fl_{25}$ lub $Sl_{25}$
Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym według PN-EN 933-5, kategoria nie niższa niż:	$C_{\text{Deklarowana}}$	$C_{50/30}$	$C_{50/30}$	$C_{\text{Deklarowana}}$	$C_{50/10}$	$C_{50/10}$
Odporność kruszywa na rozdrabnianie według PN-EN 1097-2, rozdział 5, wymiar badanego kruszywa 10/14, kategoria nie wyższa niż:	$LA_{50}$	$LA_{40}$	$LA_{40}$	$LA_{40}$	$LA_{30}$	$LA_{30}$
Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	deklarowana przez producenta					
Nasiąkliwość według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	deklarowana przez producenta					
Mrozoodporność według PN-EN 1367-1, wymiar badanego kruszywa 8/11, 11/16 lub 8/16, kategoria nie wyższa niż:	$F_4$			$F_4$		
Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny według PN-EN 932-3	deklarowana przez producenta					

Tabela 3. Wymagania dotyczące kruszyw stosowanych do warstwy ścieralnej z AC i SMA dróg o kategorii ruchu KR1–KR7 zgodnie z Wymaganiami Technicznymi WT-1 2014

Właściwość kruszywa	Wymagania odnoszące się do warstwy ścieralnej z BA w zależności od kategorii ruchu			Wymagania odnoszące się do warstwy ścieralnej z SMA w zależności od kategorii ruchu		
	KR1÷KR2	KR3÷KR4	KR5÷KR7	KR1÷KR2	KR3÷KR4	KR5÷KR7
Odporność kruszywa na rozdrabnianie według normy PN-EN 1097-2, rozdział 5, wymiar badanego kruszywa 10/14, kategoria nie wyższa niż:	$LA_{30}$	$LA_{30}$	$LA_{25}$	$LA_{30}$	$LA_{30}$	$LA_{25}$
Odporność na polerowanie kruszywa (badano normową frakcją kruszywa przeznaczonego do MMA) według PN-EN 1097-8, kategoria nie niższa niż:	$PSV_{44}$	$PSV$ Deklarowana nie mniej niż 48*	$PSV_{50}^*$	$PSV_{44}$	$PSV$ Deklarowana nie mniej niż 48*	$PSV_{44}$
Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	deklarowana przez producenta					
Nasiąkliwość według PN-EN 1097-6, rozdz. 7, 8 lub 9	deklarowana przez producenta					
Mrozoodporność według PN-EN 1367-6 w 1% NaCl, wartość FNaCl nie wyższa niż:	10	7		10	7	
Skład chemiczny – uproszczony opis petrograficzny według PN-EN 932-3	deklarowana przez producenta			deklarowana przez producenta		

\* Kruszywa grube, które nie spełniają wymaganej kategorii wobec odporności na polerowanie (PSV), mogą być stosowane, jeśli są używane w mieszance kruszyw (grubych), która obliczeniowo osiąga podaną wartość wymaganej kategorii. Obliczona wartość (PSV) mieszanki kruszywa grubego jest średnią ważoną wynikającą z wagowego udziału każdego z rodzajów kruszyw grubych przewidzianych do zastosowania w mieszance mineralno-asfaltowej oraz kategorii odporności na polerowanie każdego z tych kruszyw. Można mieszać tylko kruszywa grube kategorii PSV44 i wyższej.



używane w mieszance kruszyw (grubych), która obliczeniowo osiąga podaną wartość wymaganej kategorii. Obliczona wartość (PSV) mieszanki kruszywa grubego jest średnią ważoną wynikającą z wagowego udziału każdego z rodzajów kruszyw grubych przewidzianych do zastosowania w mieszance mineralno-asfaltowej oraz kategorii odporności na polerowanie każdego z tych kruszyw. Można mieszać tylko kruszywa grube kategorii PSV44 i wyższej”.

Jest to bardzo dobre rozwiązanie ze względu na bezpieczeństwo użytkowników przyszłej drogi – mieszanka kruszywa grubego daje jej lepszą mikro- i makroteksturę.

#### MONITORING JAKOŚCI

Dla producentów kruszyw zakładowa kontrola produkcji (ZKP) oznacza obowiązkowe działania mające zapewnić odpowiednią jakość kruszyw w każdej kopalni. LAFARGE Rudawa posiada ZKP w systemie 2+, co oznacza, że działalność ZKP jest kontrolowana i certyfikowana przez zewnętrzną jednostkę notyfikowaną w UE.

Każdy z producentów zobowiązany jest do określenia w swoim systemie ZKP częstości i rodzaju badań, jakim poddaje się kruszywo w celu zapewnienia potencjalnym klientom jego odpowiedniej jakości.

Oprócz pełnienia funkcji kontrolnej system ZKP w LAFARGE Rudawa odpowiada

Tabela 4. Wyniki mrozoodporności kruszyw zgodnie z PN-EN 1367-1

Tydzień produkcji	Mrozoodporność poszczególnych frakcji (w %)		
	2/8	8/11	8/16
7	1	0,9	0,8
8	1,1	0,5	0,7
9	0,6	0,4	0,8
10	0,8	0,5	0,6
11	1,5	1,2	1,1
12	0,9	0,7	1
13	0,6	0,5	0,7
14	1	0,8	0,7
15	0,6	0,8	0,5
16	0,8	0,9	0,5
17	1,2	0,9	0,8
18	1	0,7	0,6
19	0,8	0,8	0,6
20	0,4	0,4	0,3
21	0,4	0,3	0,3
22	2,8	3,4	1,4
23	2,3	1,6	1,7
24	0,6	0,4	0,3
25	0,3	0,5	0,2
26	0,7	1,1	1
27	0,4	–	–
28	0,4	0,3	–
29	0,6	0,5	0,9
30	0,8	0,6	0,5
31	0,9	0,8	0,9
32	0,6	0,5	0,3
33	2,3	1,4	1,2
34	2,1	1,9	1,4
35	0,8	0,9	0,8
36	0,5	0,7	0,5
37	0,8	0,6	0,6
38	0,9	0,8	0,7
39	0,8	0,7	0,4
40	0,9	0,8	0,6
41	0,4	0,3	0,3
42	0,8	0,5	0,6
43	1	0,7	0,8
44	0,9	0,5	0,5
45	0,7	0,5	0,3
46	0,8	0,7	0,5
47	1	0,7	0,7
48	0,6	0,4	0,4

Tabela 5. Wyniki mrozoodporności kruszyw zgodnie z PN-EN 1367-6

Tydzień produkcji	Mrozoodporność w soli poszczególnych frakcji (w %)		
	2/8	8/11	8/16
7	2,9	2,5	2,5
8	3,6	3,2	3
44	3,4	3,4	2,8
45	3,2	3	2,4
46	2,8	2,4	2,2
47	2,7	2,1	2,1
48	2,4	2	1,8

Tabela 6. Wyniki polerowalności kruszywa grubego wg PN-EN 1097-8

Miesiąc	Badanie polerowalności
3	46
4	47
5	47
6	48
7	46
8	45
9	47
10	46
11	46
12	46

za przygotowanie produktów zgodnie z wymaganiami klienta. W przypadku gdy klient poinformuje, że zamierza stosować kruszywo do warstwy ścieralnej, otrzymuje specjalnie wyselekcjonowany produkt. Tym samym firma zapewnia odpowiednią jakość kruszywa używanego do budowy dróg samorządowych.

Należy podkreślić, że kluczowe parametry kruszywa dolomitowego są monitorowane nawet 52 razy częściej niż u innych producentów. Wynika to z odpowiedzialności producenta za produkt oraz jego właściwe zastosowanie.

Zgodnie z procedurą ZKP produkty niespełniające wymagań producenta oraz klientów mogą być zagospodarowywane w trojaki sposób: mogą być utylizowane jako odpad, przekierowywane do ponownej produkcji lub przekwalifikowywane do innego stosowania.

Zrozumienie potrzeb inwestorów oraz wykonawców dróg samorządowych i lokalnych po-



Tabela 7. Częstość przeprowadzania wybranych badań według PN-EN 13043 oraz według ustaleń LAFARGE Rudawa

Lp.	Właściwość	Metoda badania	Minimalna częstość badań wg PN-EN 13043	Minimalna częstość badań w LAFARGE Rudawa
1	Uziarnienie	EN 933-1:1997	1 raz na tydzień	1 raz na dzień
2	Zawartość pyłów	EN 933-1:1997	1 raz na tydzień	1 raz na dzień
3	Jakość pyłów	EN 933-9	2 razy na rok	1 raz na dzień
4	Kształt kruszywa grubego	EN 933-3 EN 933-4	1 raz na miesiąc	1 raz na miesiąc
5	Ziarna przekruszone lub łamane i całkowicie zaokrąglone	EN 933-5	1 raz na miesiąc	1 raz na miesiąc
6	Kanciastość kruszyw drobnych	EN 933-6:2001	1 raz na miesiąc	1 raz na miesiąc
7	Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego	EN 1097-2:1998	1 raz na rok	1 raz na miesiąc
8	Odporność na ścieranie	EN 1097-1	1 raz na rok	1 raz na rok
9	Gęstość ziarn	EN 1097-6:2000	1 razy na 2 lata	1 raz na tydzień
10	Nasiąkliwość Mrozoodporność	EN 1097-6:2000 EN 1367-1:1999/ EN 1367-2	1 razy na 2 lata	1 raz na tydzień 1 raz na tydzień 1 raz na tydzień
11	Odporność na szok termiczny	EN 1367-5	1 raz na rok	1 raz na rok
12	Przyczepność do spoiw bitumicznych	prEN 12697-11:2000	1 raz na rok	1 raz na miesiąc
13	Skład chemiczny	EN 932-3	1 raz na 5 lat	1 raz na rok

woduje, że LAFARGE Rudawa szczególną uwagę zwraca na takie cechy kruszywa, jak mrozoodporność w obecności soli oraz polerowalność (PSV). Te dwa parametry istotnie wpływają na trwałość wierzchniej warstwy drogi oraz bezpieczeństwo. To jedna z nielicznych firm, która oferuje swój produkt do zastosowania zarówno w niższych warstwach nawierzchni, jak i warstwach ścieralnych z pełną odpowiedzialnością.

#### KOMPLEKSOWE ROZWIĄZANIA DLA KRUSZYWA DOLOMITOWEGO

LAFARGE Rudawa proponuje swoim klientom innowacyjne i kompleksowe rozwiązania w sto-

sowaniu produktów. Należy tu przede wszystkim wymienić:

1. Mieszanie różnych rodzajów kruszywa przeznaczonego do warstw ścieralnych dróg samorządowych

- dla inwestora oznacza to przede wszystkim możliwość zadbania o bezpieczeństwo. Mieszanie kruszyw z różnych skał umożliwi poprawienie tekstury nawierzchni w związku ze zróżnicowaną ścieralnością kruszyw w dłuższym okresie użytkowania.
- inna korzyść to poprawa bezpieczeństwa i trwałości drogi (koleinowanie) poprzez rozjaśnienie warstwy ścieralnej. Dodatkowo po-

zwala to na zaoszczędzenie energii potrzebnej do oświetlenia drogi. Badania nie zostały jeszcze zakończone, niemniej zastosowanie kruszywa dolomitowego może być jednym ze sposobów na rozjaśnienie nawierzchni.

- poprawa przyczepności asfaltu do kruszyw (a tym samym trwałości drogi) to jeden z podstawowych argumentów za użyciem dolomitu.

2. Zastosowanie kruszyw lokalnych w mieszance asfaltowej z kruszywami z LAFARGE Rudawa umożliwi zoptymalizowanie recept MMA, a tym samym wykorzystanie wszystkich dostępnych w danym regionie surowców. Efektem zmieszania dobrej jakościowo skały dolomitowej z nieco słabszymi lokalnymi produktami są oszczędności, optymalizacja recept, a także utylizacja u klienta produktów trudno sprzedawalnych bądź pochodzących z recyklingu.

3. LAFARGE Rudawa oferuje swoim klientom przygotowanie recept MMA nie tylko na bazie własnych produktów, ale również z wykorzystaniem substratów lokalnych.

We współpracy z producentami asfaltu i dodatków LAFARGE Rudawa oferuje optymalne kompozycje własnych produktów, które spełniają wszystkie wymagania recepty MMA i pozwalają zmniejszyć koszty.

**Marek Krajewski**  
prezes zarządu

**Instytut Badawczy Materiałów Budowlanych**





# Zmiany zachodzące w mikroteksturze kruszywa gabrowego i kwarcytowego w procesie polerowania

Odporność na polerowanie kruszyw grubych zastosowanych do warstwy ścieralnej istotnie wpływa na właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowej. Pod wpływem ruchu samochodowego oraz czynników atmosferycznych w mikroteksturze wystających na powierzchni ziaren zachodzą zmiany. W wielu pracach badawczych wykazano ścisłą zależność pomiędzy właściwościami przeciwpoślizgowymi nawierzchni, odpornością kruszywa grubego na polerowanie a technologią wykonania warstwy ścieralnej [3, 4, 6].

Zgodnie z normą PN-EN 1097-8:2009 „Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 8: Oznaczenie polerowalności kamienia” miarą odporności kruszywa na polerowanie jest wskaźnik polerowalności PSV. Jest to najbardziej znana i rozpowszechniona metoda na świecie, która umożliwia sprawdzenie podatności kruszywa na wpływ czynników polerujących już na etapie wyboru materiałów do warstwy

ścieralnej. Wprowadzenie w 2008 r. wymagań dotyczących odporności na polerowanie miało na celu ograniczenie stosowania do warstwy ścieralnej takich kruszyw, które mogłyby się przyczynić do wzrostu śliskości nawierzchni drogowej. W efekcie znacząco ograniczony został katalog kruszyw nadających się do górnych warstw nawierzchni asfaltowych i betonowych dróg o kategorii ruchu KR5–KR7 [2]. Jednym z możliwych wyjść

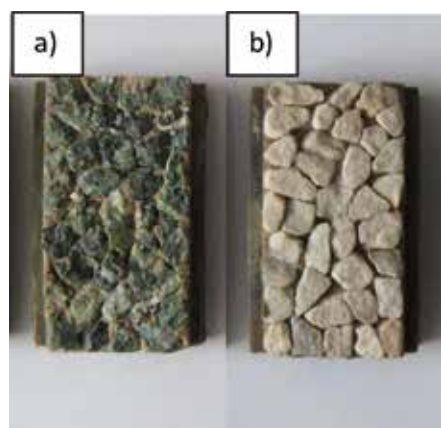
jest stosowanie mieszanek mineralnych wykonanych z kruszywa o PSV > 50 oraz kruszywa o PSV < 50.

Należy zaznaczyć, że w załączniku do zarządzenia 54. GDDKiA z 18 listopada 2014 r. „Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych WT-2 2014 – część I” (dalej nazywane WT-2 2014) wprowadzono zapis o obowiązku dokonywania oceny współczynnika luminiacji Qd w świetle rozproszonym kruszyw

Tabela 1. Podstawowe statystyki opisowe wskaźnika polerowalności PSV

Kruszywo	N	PSV średnia	Mediana	Min	Maks	Rozstęp	$S_{PSV}$ odchylenie standardowe	współczynnik zmienności [%]
Gabrowe	21	53,2	54	49	57	8	2,22	4,18
Kwarcytowe	18	54,2	54	52	57	5	1,35	2,48

Źródło: badania własne.



Zdj. 1. Próbkę do oceny odporności na polerowanie a) kruszywo gabrowe, b) kruszywo kwarcytowe



Zdj. 2. Wahadło angielskie

przeznaczonych do warstwy ścieralnej oraz już wykonanej warstwy ścieralnej. Ma to na celu zapewnienie odpowiedniego poziomu luminancji drogi, który wpływa na poprawę warunków widoczności.

Problematyka wpływu jasności nawierzchni na bezpieczeństwo ruchu samochodowego nie jest w naszym kraju zbyt znana. Przed opublikowaniem WT-2 2014 nie były realizowane programy badawcze, które pozwoliłyby określić wpływ współczynnika luminacji Qd w świetle rozproszonym kruszywa na współczynnik luminacji Qd w świetle rozproszonym warstwy ścieralnej zawierającej dane kruszywo. Konieczne jest więc przebadanie krajowych kruszyw i określenie ww. zależności.

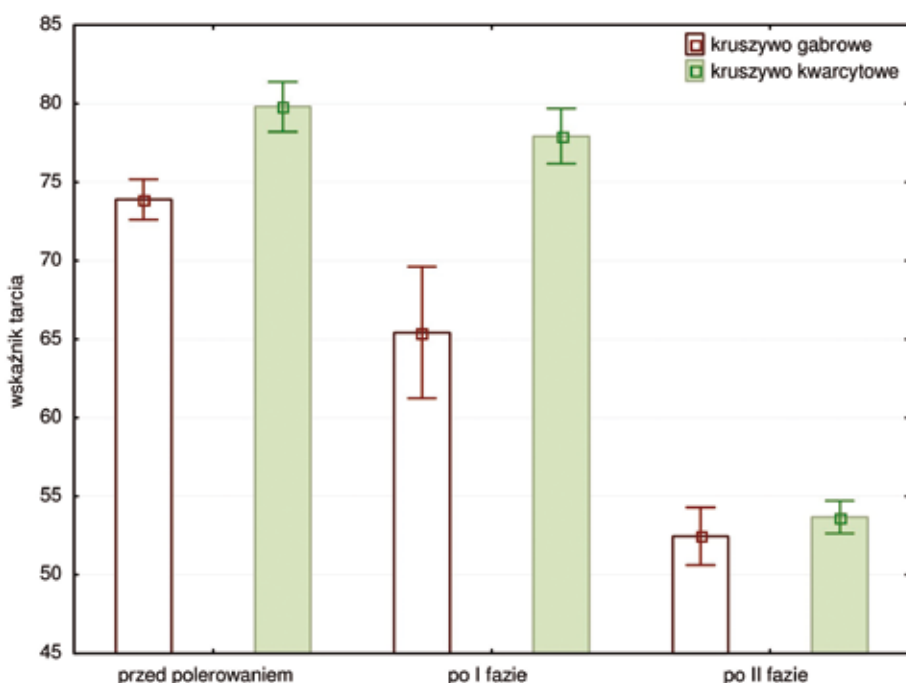
Z doświadczeń innych krajów wynika, że użycie kruszyw wyprodukowanych ze skał, w skład których wchodzi jasne minerały (kwarc, skalenie i skaleniowce), powinno przyczynić się do rozjaśnienia warstwy ścieralnej.

Ilość krajowych złóż, z których mogą być produkowane kruszywa do warstwy ścieralnej, w szczególności dróg o kategorii ruchu KR5–KR7, jest ograniczona. W związku z tym zachodzi konieczność racjonalnego gospodarowania materiałem, który cechuje się wysokim wskaźnikiem PSV, współczynnikiem luminacji Qd w świetle rozproszonym, a ponadto spełnia wymagania dotyczące innych właściwości fizycznych.

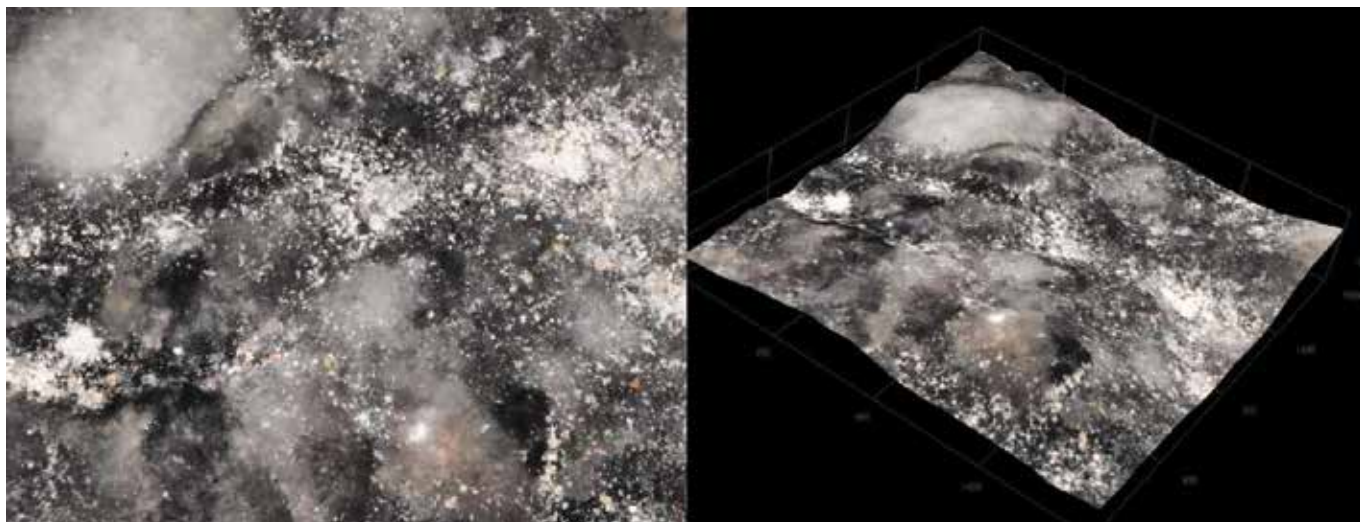
Badania nad właściwościami kruszyw, prowadzone pod kątem ich przydatności do warstwy ścieralnej, dowodzą, że ww. wymagania spełniają m.in. kruszywa gabrowe i kwarcytowe.

Podczas badań prowadzonych na Politechnice Białostockiej stwierdzono, że kruszywa gabrowe ze złoża z rejonu dolnośląskiego i kruszywa kwarcytowe odznaczają się bardzo dobrą odpornością na polerowanie. Tabela 1 zawiera obliczenia dokonane w oparciu o wyniki wskaźnika polerowalności PSV uzyskane w latach 2003–2013. Należy zaznaczyć, że z jednym wyjątkiem (PSV = 49) wartość wskaźnika polerowalności PSV zawsze przekraczała 50.

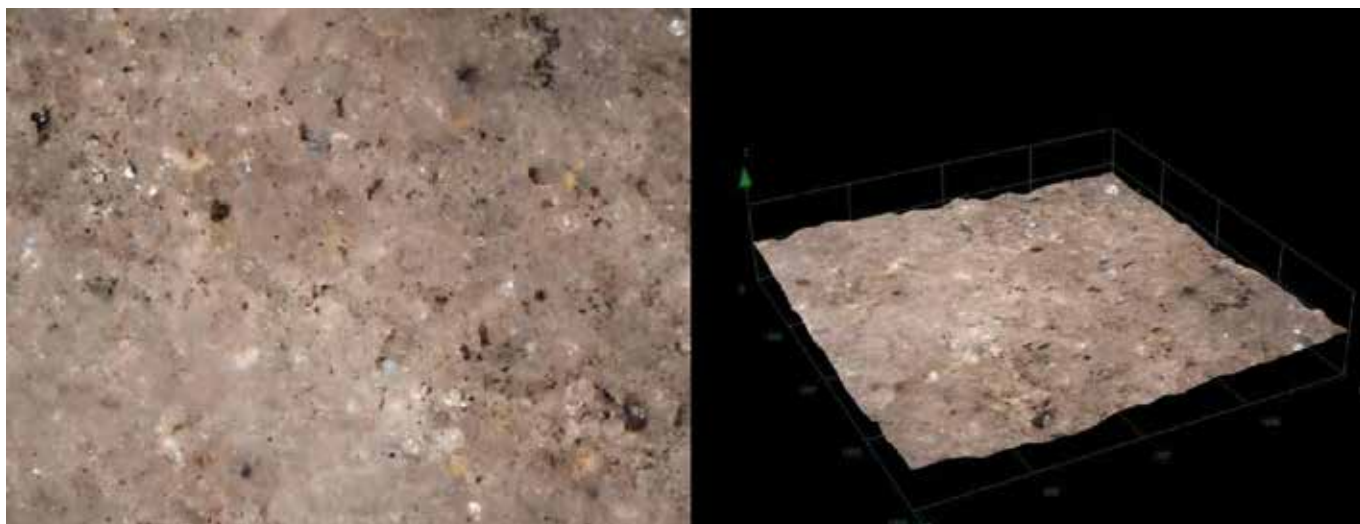
Dysponując samym wskaźnikiem PSV, trudno wskazać przyczyny zmian zachodzących na powierzchni kruszywa w trakcie jego polerowania. Jak wynika z badań [1, 7, 8], dopiero bezpośrednia ocena makrotekstury, z wykorzystaniem specjalistycznych profilografów lub zdjęć wykonanych z użyciem mikroskopu, pozwala ustalić, jakie zjawiska zachodzą na powierzchni kruszywa.



Rys. 1. Wyniki wskaźnika tarcia wraz 95-proc. przedziałem ufności na poszczególnych etapach polerowania  
Źródło: badanie własne.



Rys. 2. Widok powierzchni kruszywa gabrowego pod mikroskopem optyczno-cyfrowym  
Źródło: badanie własne.



Rys. 3. Widok powierzchni kruszywa kwarcytowego pod mikroskopem optyczno-cyfrowym  
Źródło: badanie własne.

W artykule zostały przedstawione wyniki szczegółowej analizy zmian mikrotekstury kruszywa gabrowego i kwarcytowego pod wpływem czynników polerujących.

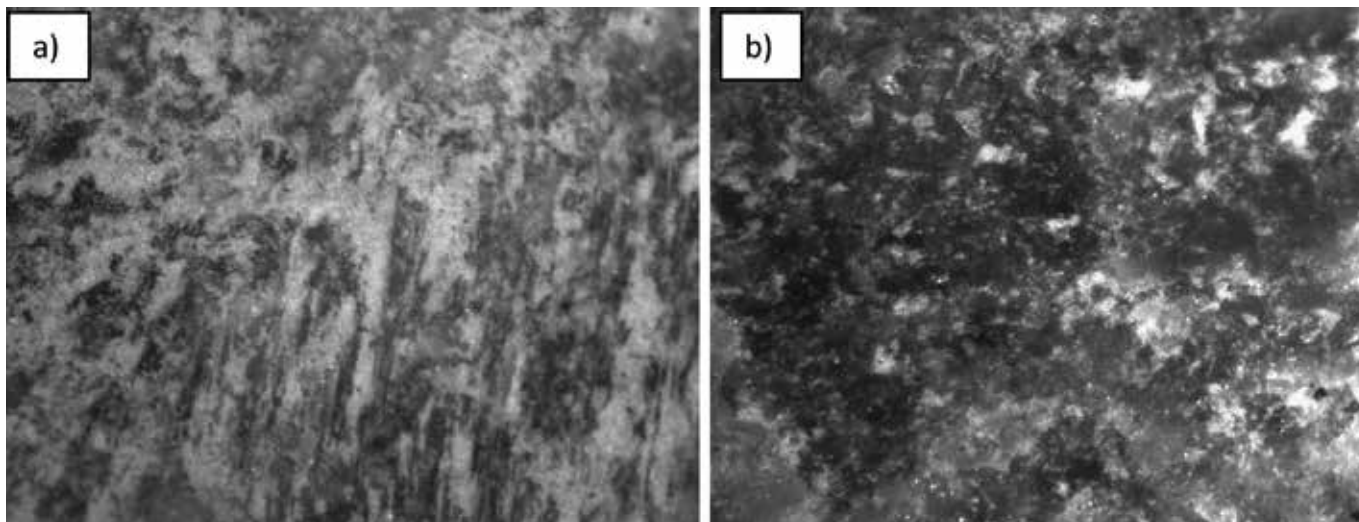
#### PROGRAM BADAŃ

Ocena zmian mikrotekstury miała być dokonana na podstawie pomiaru wskaźnika tarcia wahadłem angielskim oraz analizy zdjęć powierzchni kruszyw, wykonywanych za pomocą mikroskopu optycznego na poszczególnych etapach polerowania.

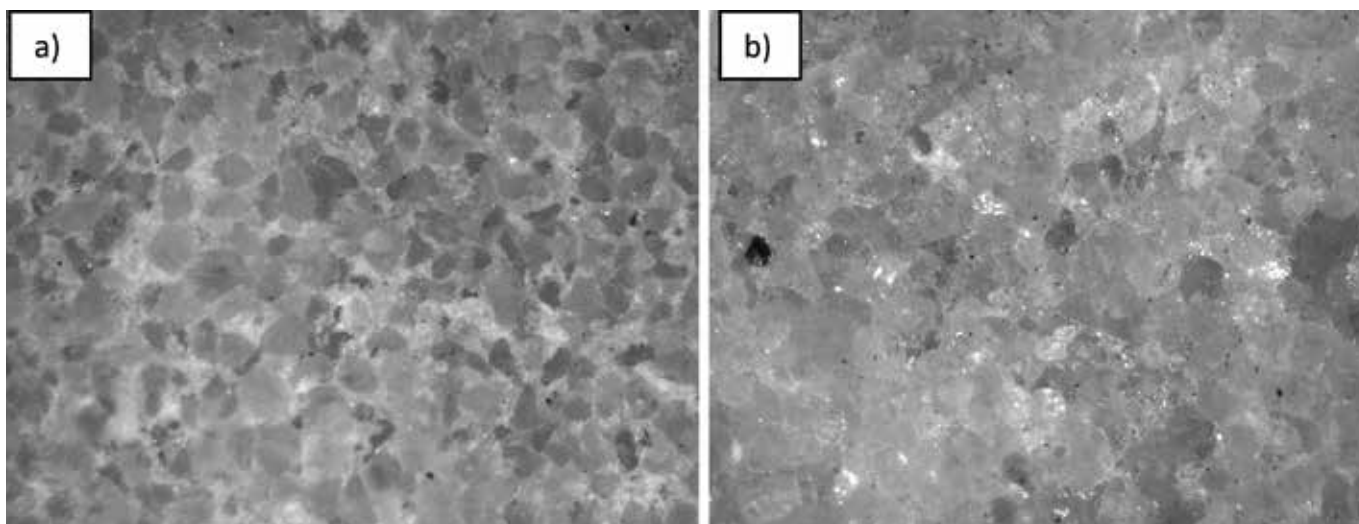
Symulację zjawiska polerowania kruszyw przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1097-8:2009 „Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 8: Oznaczenie polerowalności kamienia”. Na potrzeby badań przygotowano po cztery próbki każdego kruszywa; były one polerowane niezależnie (zdz. 1). Proces polerowania trwał 6 godzin i był podzielony na dwie fazy. W fazie I użyto ścierniwa korundowego frakcji 300/600  $\mu\text{m}$  i wody. W fazie II użyto proszku korundowego frakcji mniejszej od 53  $\mu\text{m}$

i wody. W celu ustalenia zmian makrotekstury, jakie zachodzą w procesie polerowania, wskaźnik tarcia wahadłem angielskim mierzono przed polerowaniem oraz po każdej jego fazie (zdz. 2).

Aby możliwa była interpretacja zmiany mikrotekstury w losowo wybranych miejscach, na każdej próbce wykonano zdjęcia pod mikroskopem optycznym (powiększenie  $\times 3,2$ ). Analiza obrazów była punktem wyjścia przy wyjaśnianiu zjawisk zachodzących na powierzchni ziaren kruszywa.



Rys. 4. Powierzchnia kruszywa gabrowego a) przed polerowaniem, b) po II fazie  
Źródło: badanie własne.



Rys. 5. Powierzchnia kruszywa kwarcytowego a) przed polerowaniem, b) po II fazie  
Źródło: badanie własne.

## WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Wyniki badań wskaźnika tarcia w poszczególnych etapach polerowania wraz z 95-proc. przedziałem ufności zamieszczono na rysunku 1.

Różnice w sposobie poddawania się czynnikom polerującym zależą od struktury, tekstury i składu mineralnego materiału skalnego.

Kruszywo gabrowe jest produkowane ze skały magmowej, głębinowej. Odznacza się jawnokrystaliczną, nierównoziarnistą strukturą. Minerale są dobrze i bardzo dobrze wykształcone. Charakterystyczne dla tego złoża

są wtrącenia kwarcytowo-kalcytowe, które przyczyniają się do rozjaśnienia szarozielonego gabra.

Kwarcyt jest skałą osadową okrucową, zwięzłą. Należy zaznaczyć, że kwarcytem nazywa się piaskowiec kwarcytowy o spoiwie krzemionkowym, w którym spoiwo uległo rekrytalizacji. Rekrytalizacja nastąpiła w wyniku diagenety osadów.

W 95 proc. kwarcyty składają się z bardzo ściśle do siebie przylegających ziaren kwarcu, spojonych krzemionką, jednak w skali makro-

skopowej nie widać odrębnych ziaren. Charakteryzują się one przełamem muszlowym [5].

W celu zwrócenia uwagi na różnice w barwie kruszyw oraz ich strukturze i teksturze dodatkowo zaprezentowano obrazy wykonane w powiększeniu x139 z użyciem mikroskopu optyczno-cyfrowego. Oprogramowanie pozwala obserwować powierzchnię w 3D pod dowolnym kątem. Dało się dzięki temu zauważyć różnice w mikrostrukturze poszczególnych kruszyw, mimo że wartości wskaźnika polerowalności PSV analizowanych kruszyw były porównywalne.



Do dalszej analizy były wykorzystywane zdjęcia kruszyw wykonane z użyciem mikroskopu optycznego, które w wyniku konwersji przybrały postać 8-bitowych czarno-białych obrazów.

Zarówno kruszywo garbowe, jak i kwarcytowe odznacza się bardzo dobrze rozwiniętą makrotekturą. To powoduje, że wartość wskaźnika tarcia przekracza 70.

Wykryształowane minerały z widocznymi ostrymi krawędziami, powstałymi na skutek nieregularnych pęknięć, sprawiają, że mikrotekstura powierzchni ziarna kruszywa garbowego jest zróżnicowana (rys. 4 a).

W przypadku kruszywa kwarcytowego otrzymano wyniki od 78,3 do 83,3. Na wartość wskaźnika tarcia miała wpływ charakterystyczna ziarnista struktura oraz ostre krawędzie ziaren kwarcu (rys. 5 a).

Po I fazie polerowania z użyciem ścierniwa korundowego 300/600  $\mu\text{m}$  na powierzchni kruszywa garbowego zaobserwowano efekty ścierania się mikroskopijnych cząstek oraz charakterystyczny połysk związany z deformacją przestrzenną sieci krystalicznej na krawędzi niektórych minerałów. Zarejestrowano istotny spadek wartości wskaźnika tarcia w sto-

unku do wartości przed polerowaniem. Rozpiętość wyników – od 62,3 do 68,7 – świadczy o tym, że zjawisko polerowania nie zachodzi z taką samą intensywnością na całej powierzchni kruszywa garbowego. Ma to związek z jego grubo- i średnioziarnistą oraz nierównoziarnistą strukturą.

Matowa powierzchnia kruszywa kwarcytowego stanowi dowód, że zachodzi zjawisko ścierania, a nie polerowania. Potwierdzają to również wartości wskaźnika tarcia – od 76,7 do 79,0. Oznacza to również, że w przypadku obecności na nawierzchni grubszych zanieczyszczeń ziarna kwarcu nie podlegają polerowaniu.

Po II fazie polerowania z użyciem proszku korundowego frakcji mniejszej od 53  $\mu\text{m}$  zaobserwowano, że zarówno powierzchnia kruszywa garbowego, jak i kwarcytowego została wypolerowana. Widoczne są powierzchnie o charakterystycznym połysku (rys. 4 a i 4 b). Na obrazach można jednak zauważyć ślady ścierania. Jest to dowód, że proces polerowania nie zachodzi równomiernie na całej powierzchni ziarna, a tylko na niektórych obszarach.

W przypadku kruszywa kwarcytowego średnia wartość wskaźnika tarcia wyniosła 53,6, natomiast w przypadku kruszywa garbowego – 52,5.

Analiza obrazów ujawniła tendencję do regeneracji makrotektury (szczególnie w kruszywie kwarcytowym). Twardy minerał – kwarc, osadzony w mastyksie – spoiwie, zostaje wyrwany z niego, co prowadzi do ciągłego odnawiania mikrotekstury ziaren, a tym samym do utrzymania odporności na czynniki polerujące. Wnioski te zostały potwierdzone w pracy [8] omawiającej zmiany mikroteksturalne różnych rodzajów kruszyw, stwierdzone na podstawie analizy ilościowej i jakościowej obrazów wykonanych z użyciem mikroskopu optycznego i skaningowego. Należy zaznaczyć, że kwarcyt jest jasną skałą, przez co będą możliwe do spełnienia wymagania wobec współczynnika luminancji  $Q_d$  w świetle rozproszonym warstwy ścieralnej.

Na przykładzie kruszywa garbowego można się przekonać, jak bardzo minerały poboczne i akcesoryczne wpływają na odporność na polerowanie. Złoże, z którego pochodzi to kruszywo, charakteryzuje się wtrąceniami kwarcowo-kalcytowymi, które, różniąc twardość skały, zwiększają jej odporność na polerowanie. Należy jednak podkreślić, że nierównoziarnista struktura skały znacząco wpływa na zmienność wskaźnika PSV (wartości od 49 do 57) w obrębie tego samego złoża.



Potencjalnym atutem kruszywa gabrowego mogą się okazać wtrącenia jasnych minerałów, które mogą rzutować na wynik współczynnika luminancji Qd w świetle rozproszonym.

Należy zaznaczyć, że w warunkach laboratoryjnych nie był symulowany wpływ ujemnych temperatur ani też czynników atmosferycznych powodujących wietrzenie. W rzeczywistych warunkach ruchu te zjawiska hamują polerowanie, co prowadzi do ciągłych zmian w mikroteksturze powierzchni ziaren kruszywa w zakresie związanym z charakterystyką petrograficzną skały.

## WNIOSKI

W czasie polerowania rzeźba powierzchni kruszywa ulega zmianom charakterystycznym dla danego rodzaju skały. Wykorzystanie obrazów wykonanych pod mikroskopem optycznym pozwoliło na szczegółową interpretację zmian zachodzących na ich powierzchni w czasie symulacji zjawiska polerowania kruszyw. Pomimo że kruszywa kwarcytowe i gabrowe odznaczają się wskaźnikiem polerowalności PSV na tym samym poziomie, w różnym stopniu poddają się czynnikom polerującym. Wykazano, że kru-

szywo kwarcytowe po I fazie, która ma za zadanie symulować oddziaływanie grubszych zanieczyszczeń na drodze, nie polezuje się. Jasna barwa kwarcytu oraz wtrącenia jasnych minerałów w skale gabrowej stanowią dodatkowe argumenty przemawiające za stosowaniem wymienionych kruszyw w warstwie ścieralnej z powodu wymagań wobec współczynnika luminancji Qd w świetle rozproszonym.

Mając na uwadze ograniczoną bazę kruszyw, które spełniają wymagania wobec wskaźnika PSV oraz zawierają jasne minerały, powinny być one racjonalnie wykorzystywane w budownictwie drogowym, ze szczególnym wskazaniem do warstwy ścieralnej przeznaczonej do wbudowania w miejsca narażone na poślizg (obszary skrzyżowań, pasy włączeń i wyłączeń itp.). ■

## Literatura

1. Dunford A. M., Parry A. R., Shipway P. H., Viner H. E., *Three-dimensional characterization of surface texture for road stones undergoing simulated traffic wear*. *Wear* 2012, No. 292, 293.
2. Gardziejczyk W., Wasilewska M., *Kruszywa drogowe do warstw ścieralnych w świetle ich od-*

*porności na polerowanie*. *Drogownictwo* 2005 nr 11.

3. Gardziejczyk W., Wasilewska M., *Assessment of skid resistance of asphalt mixtures in laboratory conditions*. *Archives of Civil Engineering* 2012, No. 48.
4. *Guide for Pavement Friction*. NCHRP. Web-only document 108. Contractor's Final Report NCHRP Project 01-43. Transportation Research Board of the National Academies, 2009.
5. Jaroszewski W., *Przewodnik do ćwiczeń z geologii dynamicznej*. Warszawa, Wydawnictwo Geologiczne, 1986.
6. Roe P. G., Hartshorne S. A., *The Polished Stone Value of aggregates and in-service skidding resistance*. TRL Report 322. UK 1998.
7. *Characterization of road microtexture by means of image analysis*. *Wear* 2008, No. 264.
8. Wasilewska M., Gardziejczyk W., *Analiza ilościowa i jakościowa zmian mikroteksturalnych powierzchni kruszywa stosowanego do warstwy ścieralnej*. *Zesz. Nauk. PRzesz., Bud. i Inż. Środ.* 2012, z. 59 nr 4.

**dr inż. Marta Wasilewska**  
**Zakład Inżynierii Drogowej**  
**Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska**  
**Politechnika Białostocka**



Zabezpieczenie warstwy szpempnej podczas wymiany warstwy ścieralnej na autostradzie A4 Kraków–Katowice

# Technologia zabezpieczania warstwy szpempnej – nowe doświadczenia

W ubiegłym roku w kwartalniku „Nawierzchnie Asfaltowe” (nr 2) opisaliśmy pierwsze testy zabezpieczania warstwy szpempnej przy użyciu preparatu Asphacal TC®. Od tego momentu sporo się wydarzyło i z fazy pokazowo-testowej technologia przeszła do fazy w pełni komercyjnej. Dzięki swojej niezawodności była stosowana m.in. podczas prac budowlano-remontowych na drogach o najwyższych kategoriach ruchu i największym znaczeniu transportowym, czyli na autostradach.



## KILKA SŁÓW PRZYPOMNIENIA

Technologia zabezpieczania warstwy szpenej została opracowana specjalnie na potrzeby rynku drogowego. Inżynierowie Lhoist opracowali preparat Asphacal TC<sup>®</sup>, produkt na bazie mleka wapiennego, zawierający specjalne dodatki polimerowe, które w znaczącym stopniu ograniczają sedymentację w roztworze wodnym, tworząc homogeniczną zawiesinę. Preparat służy do zabezpieczania warstwy szpenej wykonywanej przy użyciu emulsji asfaltowej, a stosowanej w celu połączenia dwóch warstw konstrukcyjnych nawierzchni drogowej. Wykonana przy użyciu Asphacalu TC<sup>®</sup> powłoka ochronna skutecznie zabezpiecza warstwę szpenej przed uszkodzeniami powodowanymi przez ruch pracujących na budowie osób oraz pojazdów technologicznych. Zabezpieczając w ten sposób warstwę szpenej, uzyskuje się pewność, że raz naniesiona na nawierzchnię pozostanie ona w miejscu aplikacji. Równocześnie zapobiega się zanieczyszczeniu sąsiadujących z budową terenów przez fragmenty połamanej warstwy szpenej, które zostałyby wywiezione na kołach pojazdów technologicznych.

## PRZYGOTOWANIE ROZTWORU ROBOCZEGO

Asphacal TC<sup>®</sup> dostarczany jest na miejsce budowy w formie koncentratu w poręcznych, plastikowych kontenerach IBC o pojemności 1 m<sup>3</sup>. Przed użyciem koncentrat należy rozcieńczyć n-krotnie wodą, np. w proporcji 1:9 lub 2:8 (Asphacal TC<sup>®</sup>:woda). Odpowiednie stężenie można uzyskać bezpośrednio w zbiorniku maszyny aplikującej preparat poprzez dolanie ściśle określonej ilości wody oraz dokładne wymieszanie powstałej zawiesiny. Tak przygotowany roztwór nadaje się już bezpośrednio do aplikacji.

## APLIKACJA

Warstwę szpenej można zabezpieczyć Asphacalem TC<sup>®</sup> zaraz po tym, jak ulegnie ona utrwaleniu (rozpad emulsji oraz odparowanie wody). Na zabezpieczonym podłożu można prowadzić dalsze prace budowlane natychmiast po aplikacji preparatu. Zaleca się jednak odczekać do momentu odparowania wody z preparatu (zwykle od kilku do kilkunastu minut) i dopiero po tym czasie podejmować prace.

Układanie kolejnej warstwy mineralno-asfaltowej na zabezpieczonej nawierzchni

można rozpocząć po odparowaniu wody z preparatu użytego do zabezpieczenia warstwy szpenej.

## URZĄDZENIA DO APLIKACJI

Aplikacja roztworu roboczego Asphacalu TC<sup>®</sup> na nawierzchnie jest bardzo prosta. W tym celu można użyć każdej maszyny, która pozwala na uzyskanie wydajności nanoszenia 250 g/m<sup>2</sup>. W praktyce może to być solarka, skrapiarka, polewaczka lub standardowy opryskiwacz rolniczy. Po zakończeniu pracy wystarczy przepłukać wodą układ dozujący.

## NOWE DOŚWIADCZENIA

Rok 2014 zdominowały testy oraz aplikacje komercyjne. Dzięki wytężonej pracy oraz współpracy z firmami wykonawczymi zebraлиśmy wiele nowych i ciekawych doświadczeń wprost z drogi, których nie zapewnią żadne testy laboratoryjne. Jesteśmy wdzięczni wszystkim firmom za ich zaangażowanie oraz udostępnienie wyników badań odcinków, na których zastosowały one technologię zabezpieczania warstwy szpenej.

## TRWAŁOŚĆ ZABEZPIECZENIA

Zainteresowani Asphacalem TC<sup>®</sup> chcą wiedzieć przede wszystkim, jak trwałe jest zabezpieczenie warstwy szpenej oraz jak długo preparat pozostaje na nawierzchni i spełnia swoje zadanie. Odpowiedzi dostarcza opis jednego z przykładów zastosowań.

Przystępując do remontu A4 na odcinku Kraków–Katowice, firma Pavimental sfrezowała warstwę ścieralną, skropiła ją emulsją asfaltową, a następnie zabezpieczyła za pomocą Asphacalu TC<sup>®</sup>. Na skutek przesunięć w harmonogramie w budowywanie nowej warstwy ścieralnej zostało odłożone. Prace wznowiono po upływie prawie 4 tygodni. Przez blisko miesiąc na odcinku nie wykonywano prac stricte budowlanych, jednak korzystano z niego do przejazdów serwisowych. Pogoda w tym czasie była zróżnicowana – bardzo słoneczna, z silnym wiatrem, a okresowo także z intensywnymi opadami deszczu. Pomimo iż warunki atmosferyczne się zmieniały, a na remontowanym odcinku występowały różnice wysokości (spadków), zabezpieczenie z Asphacalu TC<sup>®</sup> nie wymagało ponownej aplikacji ani jakichkolwiek poprawek.

Tabela 1. Wyniki szpenejności łączonych warstw na odcinku A4, Kraków–Katowice\*

Miejsce pobrania próbki	Wytrzymałość na ścinanie [MPa]
km 0+062	1,9
km 395+979 pas awaryjny	1,7
km 395+799 pas wolny	1,6
km 394+699 pas włączenia	2,1
km 394+579 pas wolny	1,8
km 395+979 pas szybki	1,9
km 395+799 pas wolny	1,7
km 394+698 pas wolny	1,7
km 394+578 pas szybki	1,6
km 372+500 pas szybki	2,0
km 373+300 pas szybki	1,0
km 373+600 pas szybki	1,1
km 373+900 pas szybki	1,8

Źródło: badania Pavimental Polska sp. z o.o.

Tabela 2. Wyniki szpenejności łączonych warstw na odcinku A4, k. Rudy Śląskiej\*

Miejsce pobrania próbki	Wytrzymałość na ścinanie [MPa]
km 329+630 P/P	2,1
km 330+800 P/P	1,1
km 329+630 P/L	1,1
km 330+790 L/P	1,1
km 329+503 L/P	1,4
km 330+350 L/P	1,8
km 330+197 L/L	2,1
km 329+850 L/L	1,1
km 330+795 L/P	1,5
km 373+900 pas szybki	1,8

Źródło: badania Heilit+Woerner sp. z o.o.

\* Badania wykonano na odwierconych z nawierzchni drogowych próbkach o średnicy  $\varnothing 150$  mm. Wymagana wytrzymałość na ścinanie łączonych warstw > 1 MPa.



#### NAWIERZCHNIE REFERENCYJNE

- Autostrada A4, Kraków–Katowice  
Pavimental Polska Sp. z o.o.

Zabezpieczenie pomiędzy warstwą wiążącą a ścieralną (SMA). Remontowane odcinki to łącznie ponad 150 tys. m<sup>2</sup> wbudowanych w technologii z zabezpieczeniem warstwy szepnej. Wyniki szczepności łączonych warstw przedstawiono w tabeli 1.

- Autostrada A4, k. Rudy Śląskiej  
Heilit+Woerner Sp. z o.o.

Zabezpieczenie pomiędzy warstwą wiążącą a ścieralną (SMA). Remontowane odcinki to łącznie ponad 146 tys. m<sup>2</sup> wbudowanych w technologii z zabezpieczeniem warstwy szepnej. Wyniki szczepności łączonych warstw przedstawiono w tabeli 2.

- Autostrada A1, Czerniewice–Kowal  
Kobylarnia S.A.

Zabezpieczenie pomiędzy warstwą wiążącą a ścieralną (SMA). Remontowane odcinki to łącznie ponad 10 tys. m<sup>2</sup> wbudowanych w technologii z zabezpieczeniem warstwy szepnej.

Dla wszystkich firm najbardziej istotna była skuteczność połączenia międzywar-

stwowego oraz względy BHP (wylimowanie wywożenia warstwy szepnej na kołach pojazdów i zostawianie jej podczas hamowania na pozostałej części autostrady oraz przed bramkami poboru opłat). Zastosowanie zabezpieczenia pozwoliło firmom skupić się na pracach budowlanych oraz, co równie ważne, zaoszczędzić czas i pieniądze, które musiałyby przeznaczyć na czyszczenie zabrudzonej autostrady.

#### DOKUMENTY REFERENCYJNE

Technologia na tyle dobrze sprawdziła się na polskim rynku drogowym, że np. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach zalecił na podlegającym mu obszarze jej obowiązkowe stosowanie (WT ZM z 23 lipca 2014 r.).

Skropienie warstwy szepnej preparatem na bazie mleka wapiennego to tylko jeden ze sposobów jej ochrony. Jednak w wielu dokumentach przetargowych GDDKiA omawiana technologia zabezpieczania warstw szepnych pojawia się już jako technologia standardowa. Wynika to niewątpliwie z jej zalet, gwarantuje bowiem dobrą jakość połączenia międzywarstwowego, szybkie prowadzenie prac, a także czystość sprzętu oraz terenów sąsiadujących z budową.

Zabezpieczenie warstwy szepnej przynosi korzyści wszystkim uczestnikom procesu budowlanego. Dzięki zastosowaniu omawianej technologii:

- Nie uszkadzamy warstwy szepnej; pozostawiamy ją w miejscu aplikacji (czyt. na drodze).
- Zapewniamy szczepność łączonych warstw na wymaganym poziomie.
- Możemy swobodnie prowadzić prace budowlane na zabezpieczonej nawierzchni bez uszczerbku dla jakości połączenia międzywarstwowego.
- Zachowujemy w czystości pracujący na budowie sprzęt.
- Nie zanieczyszczamy terenu poza obszarem budowy.

Dzięki dobremu połączeniu międzywarstwowemu nawierzchnia jest bardziej trwała! ■

#### Więcej informacji:

www.asphacal.com  
Dominik Małasiewicz  
dominik.malasiewicz@lhoist.com  
tel. +48 602 661 346  
Dominika Stańda  
dominika.standa@lhoist.com  
tel. +48 604 504 564

# O technologii asfaltowej w Zakopanem

Stolica Tatr po raz kolejny gościła drogowców z kraju i z zagranicy. Okazją było XIV seminarium eSeMA, zorganizowane przez Rettenmaier Polska, w dniach 18–20 lutego br. Spotkanie zostało objęte honorowym patronatem Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad oraz Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych.

**W** seminarium uczestniczyło blisko 200 przedstawicieli administracji drogowej, firm wykonawczych, laboratoriów z kraju i z Europy. Egbert Beuving, dyrektor techniczny EAPA omówił aktualny stan dróg asfaltowych w Europie. Jeśli chodzi o drogi w Polsce, podobnego podsumowania dokonał Andrzej Wyszyński, prezes PSWNA. Kryteria doboru nawierzchni asfaltowych na przykładzie Szkocji omówił Dougie Millar, przedstawiciel szkockiej administracji drogowej.

W bloku poświęconym doświadczeniom niemieckim koncepcje jasnych nawierzchni w Hamburgu przedstawił Jens Arnold z firmy Storimpex.

W bloku zatytułowanym „Warstwy ściernalne” przedstawiono zaś polskie doświadczenia i wyniki badań w tym zakresie. Dr inż. Janusz Bohatkiewicz z Politechniki Lubelskiej omówił zależność pomiędzy rodzajem nawierzchni a poziomem hałasu, który emituje. Pozostając w tematyce akustyki nawierzchni, dr inż. Karol Kowalski z Politechniki Warszawskiej przedstawił cienkie warstwy asfaltowe o obniżonej szorstkości. Dr inż. Marta Wasilewska z Politechniki Białostockiej przedstawiła natomiast wyniki badań szorstkości nawierzchni drogowych. Blok zakończył panel dyskusyjny, do którego oprócz naukowców zaproszono także Konrada Jabłońskiego i Zbigniewa Tabora. Dyskutowano nad aktualnymi problemami nawierzchni drogowych.

Kolejny dzień obrad rozpoczęto od tematyki dróg samorządowych. W tym zakresie firma Rettenmaier Polska zaproponowała nową technologię jednowarstwową SMA 16 JENA. W zeszłym roku wydano specjalny poradnik dla zarządców dróg samorządowych. Zaprezentował go dr inż. Krzysztof Błażejowski. W Pol-



Panel dyskusyjny „Aktualne zagadnienia nawierzchni asfaltowych”

sce coraz więcej zarządców zdecydowało się na zastosowanie jednowarstwowej technologii. Rezultaty swojej pracy przedstawili Ireneusz Strugała z Przedsiębiorstwa Produkcyjno-Usługowego „TUGA” oraz Przemysław Zalewski z firmy SKANSKA. Dr inż. Jan Król pokusił się o analizę cyklu życia takich nawierzchni. A Marek Krajewski z Instytutu Badawczego Materiałów Budowlanych przedstawił kruszywa do budowy dróg samorządowych.

Zwieńczeniem obrad była sesja zamykająca, w której przedstawiono nowe doświadczenia. Halina Sarlińska z Viakontrol przedstawiła zalety nawierzchni z dwóch warstw asfaltu porowatego, które wbudowano jednowarstwowo. Dr inż. Igor Ruttmar z TPA na przykładzie drogi S8 omówił długowieczne

nawierzchnie asfaltowe. Korzyści płynące z zastosowania technologii asfaltowej, także te ekologiczne, przedstawiła Agnieszka Kędzierska z LOTOS Asfalt. Spółka wprowadziła nowy typ asfaltu WMA. Jego zastosowanie w trudnych warunkach klimatycznych również zostało omówione. Dr inż. Michał Sarnowski z Politechniki Warszawskiej na sam koniec seminarium przedstawił mieszanki SMA-MA przeznaczone do budowy nawierzchni mostowych.

Tradycyjnie obradom towarzyszyły ożywione dyskusje. Nie tylko z tego powodu spotkanie w Zakopanem było szczególne. W tym roku firma Rettenmaier Polska obchodzi 20-lecie. Przyłączamy się więc do najlepszych życzeń. ■

**Anna Krawczyk**



# INNOWACYJNY ASFALT

DO BUDOWY DRÓG  
W TECHNOLOGII NA CIEPŁO WMA

**NOWOŚĆ**  
**WMA**

WIĘCEJ MOŻLIWOŚCI ASFALTU



Wykorzystanie  
Materiału z Recyklingu



Wydłużenie Sezonu  
Budowlanego



Oszczędność  
Energii

[www.lotosasfalt.pl](http://www.lotosasfalt.pl)

